

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-285132

(43)Date of publication of application : 01.11.1996

(51)Int.Cl.

F16K 49/00
F16K 51/02

(21)Application number : 07-111243

(71)Applicant : CKD CORP

(22)Date of filing : 11.04.1995

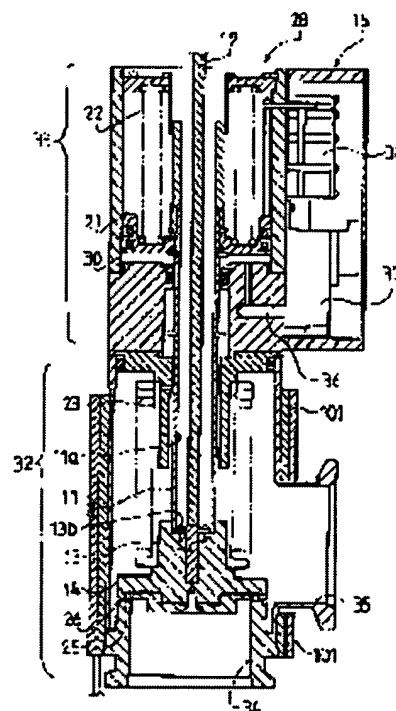
(72)Inventor : KOKETSU MASAYUKI
TAKEHARA HIROSHI

(54) VACUUM VALVE HAVING HEATING FUNCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a vacuum valve having a heating function of an electric power-saving type which can heat a valve body part such as a valve body to which reaction gas is easily stuck, up to about 110 degrees.

CONSTITUTION: A vacuum valve having a heating function is a vacuum valve formed in such a way that an output port 35 is connected to a vacuum generator, and an input port 34 is connected to a vacuum chamber, and when reaction gas is supplied to the vacuum chamber, vacuum pressure in the vacuum chamber is adjusted, and changes a clearance by moving to a valve seat 25. Therefore, the vacuum valve is provided with a heating means having a valve body 14 to adjust vacuum pressure in a vacuum vessel, a bar-shaped heater 13 fixedly arranged so as to be brought into close contact with the inside of the valve body 14 and a lead wire 12 to supply electric power to the bar-shaped heater 13 from outside of the vacuum valve.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.06.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.02.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3005449

[Date of registration] 19.11.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-04354

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 23.03.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3005449号
(P3005449)

(45)発行日 平成12年1月31日(2000.1.31)

(24)登録日 平成11年11月19日(1999.11.19)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

F 1 6 K 49/00
51/02

F 1 6 K 49/00
51/02

B
A

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-111243

(22)出願日 平成7年4月11日(1995.4.11)

(65)公開番号 特開平8-285132

(43)公開日 平成8年11月1日(1996.11.1)

審査請求日 平成7年6月20日(1995.6.20)

前置審査

(73)特許権者 000106760

シーケーディ株式会社

愛知県小牧市応時2丁目250番地

(72)発明者 細瀬 雅之

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シー
ケーディ株式会社内

(72)発明者 竹原 宏

愛知県小牧市大字北外山早崎3005 シー
ケーディ株式会社内

(74)代理人 100097009

弁理士 富澤 孝 (外1名)

審査官 川向 和実

(56)参考文献 特開 平1-188786 (J P, A)

実開 昭55-86175 (J P, U)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ヒーティング機能付真空弁

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力ポートが真空発生装置に接続され、
入力ポートが真空容器に接続され、真空容器に反応ガス
が供給されているときに、真空容器内の真空圧力を調整
する真空弁において、

弁座に対して、移動して隙間を変化することにより、前
記真空容器内の真空圧力を調整する弁体と、

前記弁体と中空可動軸により連結されるピストンと、

前記中空可動軸の中空部を通して、前記弁体に対して密
着して、かつ着脱自在に取り付けられた棒状ヒータとを
有し、

前記棒状ヒータが前記弁体に当接して、前記棒状ヒータ
の温度とほぼ同じ温度となるように前記弁体を加熱する
ことにより、前記弁体の熱量が前記反応ガスにより奪わ
れた場合であっても、前記弁体の温度が殆ど低下せず、

2

前記弁体に前記反応ガスが析出付着しないことを特徴と
するヒーティング機能付真空弁。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造工程で真空
チャンバー内と真空ポンプとを接続する流路の途中に設
けられ、その流路を開閉する真空弁に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体の製造工程において、真空容器で
ある真空チャンバー内にシリコンウェハを入れて容器内
を真空にし、反応ガスを導入して化学反応させるエッチ
ング工程がある。この工程では、真空チャンバーと真空
ポンプを接続する管路上に、真空チャンバー内の真空圧
力を所定の値に保つための真空制御弁が付設されてい

る。真空チャンバー内で化学反応を行うときに、使用する反応ガスにより最適な真空圧力が決まっている。そのため、真空制御弁により、真空チャンバー内の真空圧力を所定の値に保持している。ここで、真空制御弁は、真空ポンプにより引かれる真空流量を変えるために弁開度を変化させる開度比例弁、開度比例弁を駆動するドライブ回路、真空チャンバー内の真空圧力を計測する真空圧力センサ、真空圧力センサの計測した真空圧力と装置本体からのコマンド信号とを比較して、ドライブ回路を最適制御するPID制御回路から構成されている。

【0003】すなわち、真空制御弁は、真空圧力センサが計測した真空圧力からの圧力値をフィードバック制御し、開度制御弁の弁開度をコントロールすることにより、装置側からの目標真空圧力信号に対し、真空チャンバー内の真空圧力を制御する。一方、プロセス中、真空チャンバーに対してガス供給装置から反応ガスが供給される。開度比例弁は、反応ガス流量に応じて、真空圧力センサが計測した真空圧力が、目標値より高くなったときは（大気圧側に向かったときは）、弁を開く方向に動かして真空流量を大きくする。また、真空圧力が目標値

に対し低いときは（絶対真空側に向かったときは）、弁を閉じる方向に動かして真空流量を少なくする。プロセス中に真空圧力制御を行うのは、真空圧力が目標値に対して変化すると、半導体の製造工程における反応プロセスにバラツキが発生し、半導体の歩留まりが低下するからである。

【0004】一方、CVDプロセス等で使用される反応ガスは、沸点が低く常温で液化、析出するため、真空制御弁においても、装置全体を加熱することが、従来から行われていた。図11から図16に従来の開度制御弁の構造を示す。図11に弁が閉じている状態を断面図で示し、図12に弁が開いている状態を断面図で示す。また、図13に図12の右側面外観図を示す。図13では、加熱装置が取り付けられている状態を示している。

【0005】従来の開度比例弁の構造を説明する。中空部を有する弁本体28は、大きく弁部32とシリンダ部33に分けられる。シリンダ部33の中空部はシリンダを構成し、シリンダには、ピストン21が摺動可能に嵌合されている。また、シリンダ部33の上面には、空気抜け用孔31が形成されている。ピストン21の上側には、ピストン21を下向きに付勢する3つの復帰バネ22が取り付けられている。ピストン21の下側に形成された下シリンダ室30は、駆動空気ポート29に接続している。駆動空気ポート29には、図示しないドライブ回路が制御する電磁弁から駆動エアが供給される。ピストン21の中央には、可動軸27が固設され、可動軸27は、弁部32まで貫通し、その下端は弁体24に固設されている。

【0006】次に、弁部32の構造を説明する。弁本体28には、入力ポート34と出力ポート35が形成され

ている。そして、入力ポート34の上端部に円環状の弁座25が形成され、弁体24の下面が弁座25に対し当接、離間する。弁体24の弁座25と当接する面には、シール部材であるOリング26が取り付けられている。弁体24の上面には、可動軸27を覆って金属ベローズ23が付設されている。金属ベローズ23は、真空流路と可動軸27とを遮断するために設けられている。半導体製造工程では、極力パーティクルの混入を防止する必要があるからである。また、弁部32の外側には、図14に広げた状態での外観を示すバンドヒータ101が巻き付けられ、2本のバンドバネ102により一定のテンションがかけられ、密着して取り付けられている。図16にバンドヒータ101が弁本体28に巻き付けられている状態を図13の右方向からみた部分図として示す。

【0007】次に、バンドヒータ101の構造を説明する。図15に図14のAA断面図を示す。ニクロム線からなる発熱体104が、絶縁体103に埋め込まれている。発熱体104の一端に固着された端子106は、リード線105に接続している。その接続位置には、シリコンパテ107が塗布され、その上をシリコンゴム製のキャップ107が覆っている。絶縁体103の左表面には、シリコンスポンジ109が固着されている。リード線105により発熱体104に電流を流すことにより、発熱体104が発熱し、シリコンスポンジ109を介して弁本体28を外面から加熱する。一方、図14に示すように、バンドヒータ101の外側には、バンドヒータ101の温度を計測するための熱電対110が、固定テープ111により取り付けられている。図示しない制御回路が、熱電対110により計測した温度に基づいて発熱体104に通電する電力量を制御して、バンドヒータ101を所定の温度に保持する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のヒータ機能付真空弁には、次のような問題があった。すなわち、真空弁の内部は真空圧であり、空気中に熱を伝える媒体がないため、図11に示すボベツ式ベローズ弁では、金属ベローズ23を介して可動部である弁体24に熱を伝達していた。しかしながら、バンドヒータ101により真空弁の外側から、真空弁内部をヒータリングする従来の方法では、伝熱の効率が低いため、反応ガスが一番付着しやすい弁体部、特にシール部材であるOリング26を、十分加熱することができない問題があった。

【0009】そして、Oリング26等に反応ガスが付着した場合、パーティクルとなって反応ガスに混入し、半導体製造の歩留まりを低下させる問題があった。特に、Oリング26は、入力した反応ガスが直接当たるので、冷却され温度が下がり易いため、反応ガスが付着することがある。そして、付着物に輸入した反応ガスが当たることにより、付着物を吹き飛ばしてパーティクルを発生

10

20

30

40

50

させる。従来は、このパーティクルの混入を防止するために、真空流路の途中にフィルター用メッシュを取り付けることが行われていたが、この方法では、真空ポンプの効率が低下し、所定の真空度を得るのに時間がかかる等の問題があった。また、バンドヒータ101により、弁体部を加熱しようとする、大きな消費電力を必要とする問題があった。

【0010】特に、最近では、飽和蒸気圧の低い反応ガスであるジクロールシランから、飽和蒸気圧の高いTEOS（正珪酸エチル）まで、種々の反応ガスが使用されており、開度比例弁や真空遮断弁において反応ガスの析出物が付着しないように、開度比例弁等をより高い温度（摂氏110度以上）に加熱する必要が生じている。しかしながら、従来のバンドヒータ101を使用して外面から加熱する方法では、電力量を増加させても、プロセス流体が流れている時には、弁体24、特にOリングを80度まで加熱するのが限界であり、100度まで加熱することは困難であった。その理由は、プロセス流体が弁内部を通過するときに、弁体24及びOリングから熱を奪うからである。

【0011】本発明は、上記問題点を解決し、弁体等反応ガスの付着しやすい弁体部を110度程度まで加熱でき、かつ省電力タイプのヒーティング機能付真空弁を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明のヒーティング機能付真空弁は、出力ポートが真空発生装置に接続され、入力ポートが真空容器に接続され、真空容器に反応ガスが供給されているときに、真空容器内の真空圧力を調整する真空弁であって、弁座に対して移動して隙間を変化することにより、前記真空容器内の真空圧力を調整する弁体と、弁体内に密着して固設された棒状ヒータと、棒状ヒータに前記真空弁の外部から電力を供給するリード線とを備える加熱手段とを有している。

【0013】また、本発明のヒーティング機能付真空弁は、上記ヒーティング機能付真空弁において、弁体と中空可動軸により連結されるピストンを有し、リード線が、中空可動軸の中空部を通過して、真空弁の外部に出ていることを特徴とする。また、本発明のヒーティング機能付真空弁は、前記棒状ヒータが、温度計測のための熱電対を内蔵していることを特徴とする。

【0014】

【作用】上記の構成よりなる本発明のヒーティング機能付真空弁は、出力ポートが真空発生装置に接続され、入力ポートが真空容器に接続され、真空容器に反応ガスが供給されているときに、真空容器内の真空圧力を調整する。また、弁体は、弁座に対して移動して隙間を変化することにより、真空容器内の真空圧力を調整する。棒状ヒータは、弁体内に密着して固設されているので、可動

体である弁体を効率よく加熱して、摂氏110度以上まで加熱することができる。これにより、弁座に付着している反応ガスを気化させることができる。そして、反応ガスが弁体に付着することが防止される。

【0015】また、消費電力は、少なく済む。ここで、リード線は、棒状ヒータに真空弁の外部から電力を供給する。リード線は、中空可動軸に形成された中空部を通過して、真空弁の外部に出ているので、リード線の配線が邪魔となることがない。また、棒状ヒータが、温度計測のための熱電対を内蔵しているため、弁体と密着して熱的に一体となっている弁体の温度を直接計測でき、弁体の温度を正確に制御することができる。

【0016】

【実施例】以下、本発明を具体化した実施例であるヒーティング機能付真空弁を図面に基いて詳細に説明する。図1に本発明の第一の実施例であるボベツ式ベローズ弁である真空制御弁の弁本体28を断面図で示す。図1に、弁が閉じられている状態を示し、図2に、弁が開かれている状態を示す。弁本体28の基本的な構成は、従来と同じなので、同じ構成要素には、同じ番号を付している。

【0017】上下方向で2つの部分に分割された中空部を有する弁本体28は、上下に大きく弁部32とシリンダ部33とに分けられる。上部にあるシリンダ部33の中空部はシリンダを構成しており、シリンダには、ピストン21が摺動可能に嵌合されている。ピストン21の上側には、ピストン21を downward に付勢する2つの復帰バネ22が取り付けられている。ピストン21の下側に形成された下シリンダ室30は、駆動空気ポート36に接続している。駆動空気ポート36は、弁本体28の側面に付設された電磁比例弁37に接続している。電磁比例弁37は、ドライブ回路とPID回路とを含む制御回路38により、弁体14を所定の位置に停止させるように、電磁比例弁37を制御する。ピストン21の中央には、中空部11aが形成された中空可動軸11が固設され、中空可動軸11は、下部にある弁部32まで貫通し、その下端には、弁体24が固設されている。中空可動軸11は、ステンレス製のパイプであり、弁体24に対して溶接により固定されている。

【0018】次に、弁部32の構造を説明する。弁本体28の下面には、真空チャンバーに接続する入力ポート34が形成されている。また、弁部32の右側面には、真空ポンプに接続する出力ポート35が形成されている。そして、入力ポート34の上端部に円環状の平面である弁座25が形成され、弁体24の下面が弁座25に対し当接、離間する。弁体24の弁座25と当接する面には、シール部材であるフッ素ゴム製のOリング26が変形可能に保持されている。弁体24は、ステンレス製を使用している。弁体24の上面には、中空可動軸11を覆って金属ベローズ23が付設されている。金属ベロ

ーズ23は、中空可動軸11から真空流路を遮断するために設けている。

【0019】次に、バンドヒータ101の構造を説明する。バンドヒータ101の構造は、従来技術で説明した物と同じであるので、詳細な説明を省略する。ただし、本実施例では、従来のバンドヒータと比較して、下方向での長さを長くしている。これは、弁座25をより加熱するためである。次に、本発明の主要部であるヒータリング手段である棒状ヒータ13について説明する。中空可動軸11の中空部11aの下端部には、弁体14に棒状ヒータ13が埋め込まれて固設されている。棒状ヒータ13の形状を図3に分解斜視図で示す。棒状ヒータ13は、ヒータ及び熱電対が内蔵されたヒータ部13cの端面にフランジ13aが形成されている。また、ヒータ部13cには、リード線12が接続されている。この棒状ヒータ13は、ニクロム線からなる発熱コイルを、耐熱合金に収納し、空間をセラミックコアで固定したものである。棒状ヒータ13は、取付ネジ13bにより弁体14にネジ止めされる。

【0020】棒状ヒータ13を弁体14に対して取付ネジ13bにより固定しているので、棒状ヒータ13を取り外すのに、弁本体28を分解しなくても、中空部11aの上方向から長いドライバーで取り外し、取り付けることが可能である。リード線12は、中空可動軸11の中空部11aを通して、弁本体28の外部に出ている。また、熱電対は、棒状ヒータ13に内蔵されており、熱電対のリード線もリード線12と一緒に、中空可動軸11の中空部11aを通して、弁本体28の外部に出ている。また、シリンダ部33の側面には、電磁比例弁37、制御回路38が、収納箱15に収納されている。

【0021】次に、上記構成を有するヒータリング機能付真空弁の作用を説明する。比例開度弁の作用は、従来と同じなので説明を省略し、本発明の主要部であるヒータリング手段について説明する。棒状ヒータ13は、弁体14に密着して固定されているので、棒状ヒータ13は弁体14を直接加熱することができるため、弁体14の温度を容易に摂氏110度以上に保持することが可能である。これにより、シール部材であるOリング26に反応ガスが付着するのを防止することができる。

【0022】棒状ヒータ13の効果を実験データに基づいて説明する。始めに、実験の方法を説明する。真空制御弁が室温状態（摂氏約18度）で安定し、弁開度全開の状態から開始する。空気を流すときには、棒状ヒータ13をONすると同時に、流し始める。実験では、反応ガスの代わりに空気を10SLM流している。SLMとは、スタンダード、リットル、ミニットを表し、温度0度、湿度0%のスタンダード状態で、毎分1リットルのガス量が流れることを意味している。バンドヒータ101は、250Wでフル加熱し、棒状ヒータ13は、熱電対が検出した温度をフィードバックして所定温度になる

ように温度調節している。この条件で、温度が完全に飽和したときの温度を計測している。測定したポイントを図6に示す。

【0023】先に、バンドヒータ101のみを使用した、従来の真空弁の実験データを説明する。実線が、流量がゼロの状態における真空弁各部の温度を示し、点線が空気流量を10SLMとしたときの真空弁各部の温度を示している。ここで、問題となるのは、測定場所1の弁体14の温度である。図9に示すように、流量がゼロでは、140度に保持されているが、空気流量を10SLMとすると、弁体14が直接吹き当たる空気により冷却されるため、105度まで温度低下してしまう。この温度低下により、反応ガスが析出付着し、付着物がパーティクルとなって後流路に送られてしまう問題が発生する。

【0024】次に、本実施例の棒状ヒータ13を弁体14と併用した真空弁の実験結果について説明する。図6に温度を計測したポイントを示している。図10においては、実線が流量ゼロの状態における真空弁各部の温度を示し、点線が空気流量を10SLMとしたときの真空弁各部の温度を示している。弁体14における温度低下がほとんどゼロとなっていることがわかる。これにより、反応ガスを流した場合でも、反応ガスが弁体14において析出付着することがない。このことは、図7及び図8により明確に比較されている。すなわち、図7及び図8において、実線が従来の真空弁における計測温度を示し、点線が本実施例における真空弁の計測温度を示している。図7は、流量がゼロの場合であり、図8は、空気流量を10SLMとした場合である。流量がゼロの場合は、共に140度を越えていて問題ないが、流量が10SLMの場合、従来の真空弁では、105度まで温度低下してしまい、弁体14に反応ガスが析出付着する問題が発生する。

【0025】以上詳細に説明したように、本実施例のヒータリング機能付真空弁によれば、弁座25に対して移動して隙間を変化することにより、真空チャンバー内の真空圧力を調整する弁体14と、弁体14内に密着して固設された棒状ヒータ13と、棒状ヒータ13に弁本体28の外部から電力を供給するリード線12とを備える加熱手段とを有しているので、弁体14を棒状ヒータ13で直接加熱することができ、弁体14及び弁座25とを摂氏110度まで加熱することができるため、弁体14、Oリング26及び弁座25に反応ガスが付着することを防止できる。また、本実施例のヒータリング機能付真空弁は、弁体14と中空可動軸11により連結されるピストン21を有し、リード線12が、中空可動軸11の中空部11aを通して、弁本体28の外部に出ているので、弁体14及び弁座25を直接加熱することができる。また、可動部である弁体14に接続したリード線12を邪魔なく配線することができる。

【0026】また、弁を分解しなくても、棒状ヒータ13を上方向から取り外し、取り付け可能である。この場合、長いリーチを持つドライバーを用いて、ネジの取り外し、取り付けをすれば良い。また、棒状ヒータ13と弁体14とが密着して固定されているので、棒状ヒータ13と弁体14とがほぼ同じ温度となり、棒状ヒータ13に内蔵された熱電対が、弁体14の温度を直接計測できるため、弁体14の温度を所定の温度に正確に保持することができる。

【0027】次に、本発明の第二の実施例について説明する。図4及び図5に第二の実施例のヒーティング機能付真空弁の構成を示す。基本的な構成は、第一の実施例と同じなので、異なる点のみ説明する。本実施例が異なるのは、遮断方法として、金属ベローズ23を使用せずに、軸シール39により遮断している点である。この軸シールボット弁によれば、金属ベローズ23が不要となり、コストダウンすることができる。

【0028】本発明は、上記説明した実施例に限定されることなく、色々な変更が可能である。例えば、本実施例では、弁体14を駆動する手段として空気圧シリンダを使用した。20 サーボモータ、ステップモータ等別の駆動手段を使用しても同様である。また、本実施例では、真空弁として、真空圧調整比例弁についてのみ説明したが、真空流路に設けられ、真空流路を遮断する真空開閉弁にも適用できるのは、当然である。

【0029】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明のヒーティング機能付真空弁によれば、弁座に対して移動して隙間を変化することにより、真空チャンパ内の真空圧力を調整する弁体と、弁体内に密着して固設された棒状ヒータと、棒状ヒータに真空弁の外部から電力を供給するリード線とを備える加熱手段とを有しているので、弁体を棒状ヒータで直接加熱することができ、弁体及び弁座とを摂氏110度まで加熱することができるため、弁体、Oリング及び弁座に反応ガスが付着することを防止できる。そして、反応ガスの付着を防止できるので、パーティクルの発生を低下させ、半導体製造の歩留まりを向上させることができる。

*

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例であるヒーティング機能付真空弁の構成を示す断面図である。

【図2】図1のヒーティング機能付真空弁の別の状態を示す断面図である。

【図3】ヒーティング手段の構成を示す分解斜視図である。

【図4】本発明の第二実施例であるヒーティング機能付真空弁の構成を示す断面図である。

10 【図5】図4のヒーティング機能付真空弁の別の状態を示す断面図である。

【図6】図1のヒーティング機能付真空弁での実験における温度計測位置を示す断面図である。

【図7】実験データを示す第1データ図である。

【図8】実験データを示す第2データ図である。

【図9】実験データを示す第3データ図である。

【図10】実験データを示す第4データ図である。

【図11】従来のヒーティング機能付真空弁の構成を示す断面図である。

20 【図12】図11のヒーティング機能付真空弁の別の状態を示す断面図である。

【図13】図11の側面図である。

【図14】従来のヒーティング手段であるバンドヒータ101の構成を示す外観図である。

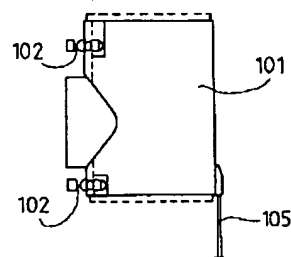
【図15】バンドヒータ101の構造を示す断面図である。

【図16】バンドヒータ101が取り付けられている状態を示す部分図である。

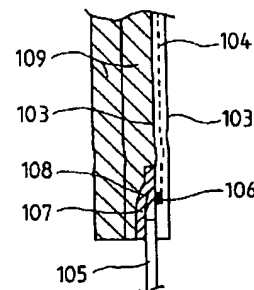
【符号の説明】

30	11	中空可動軸
	11	中空部
	12	リード線
	13	棒状ヒータ
	13b	取付ネジ
	14	弁体
	21	ピストン
	24	弁体
	25	弁座

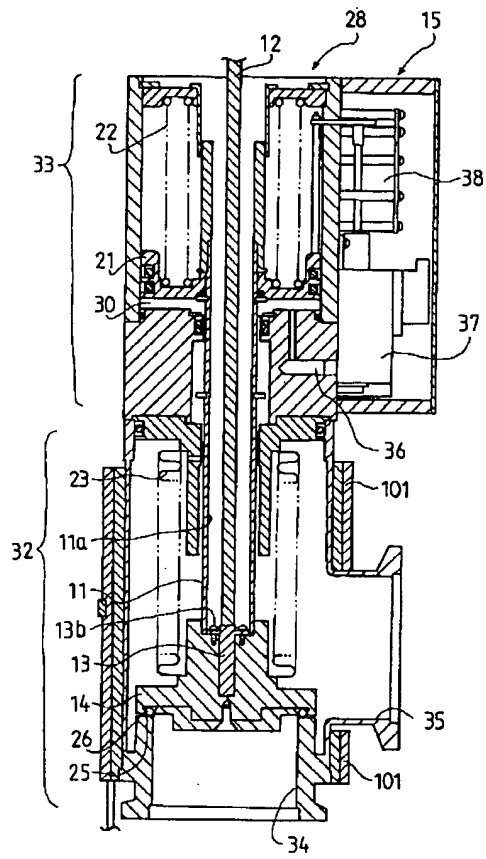
【図15】



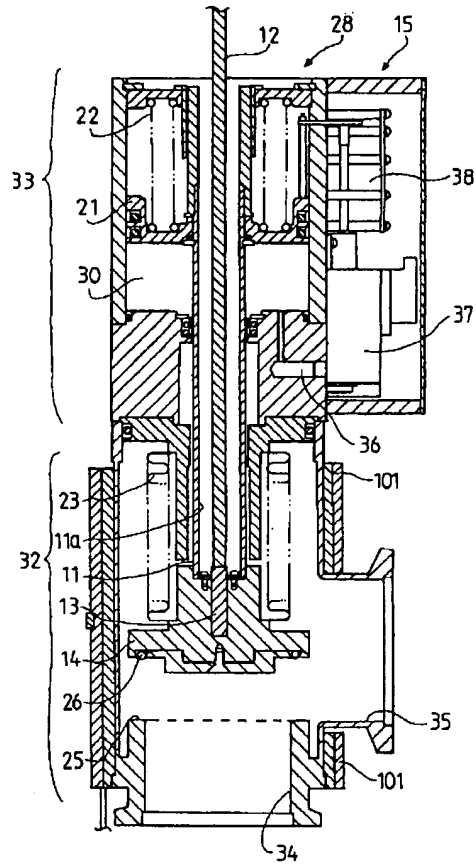
【図16】



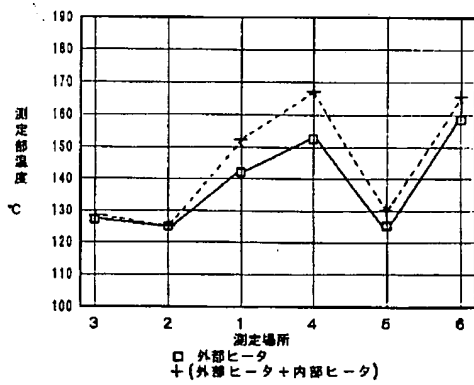
【図1】



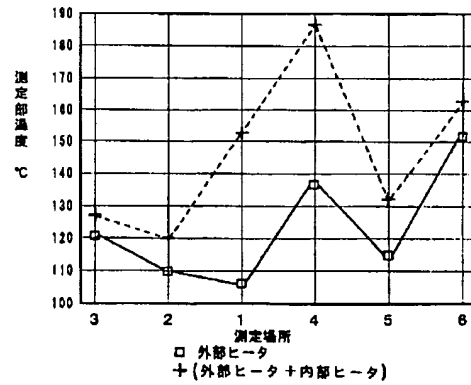
【図2】



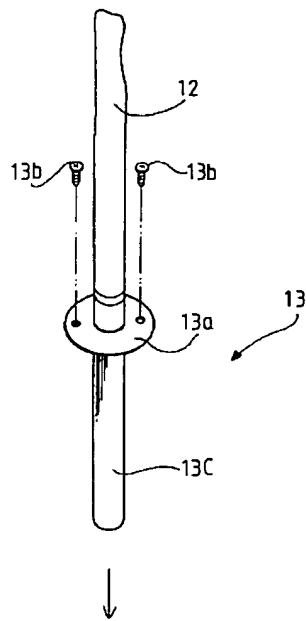
【図7】



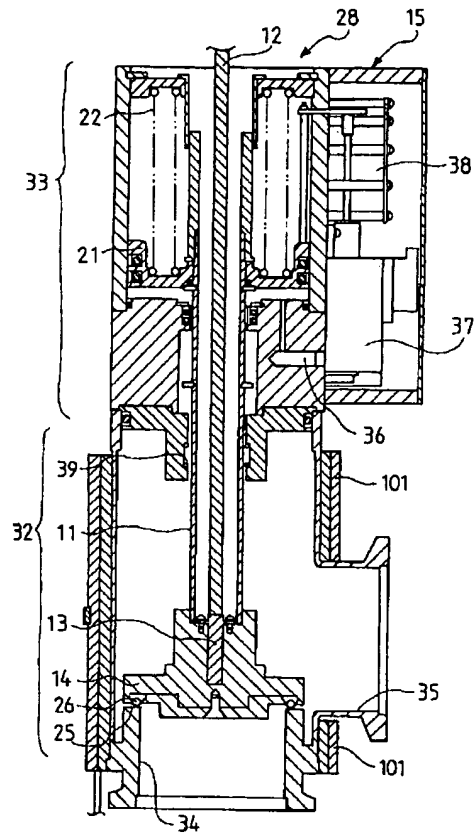
【図8】



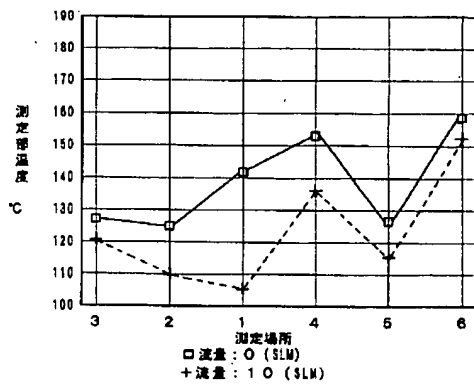
【図3】



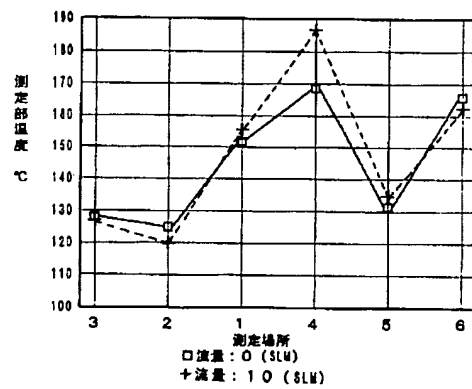
【図4】



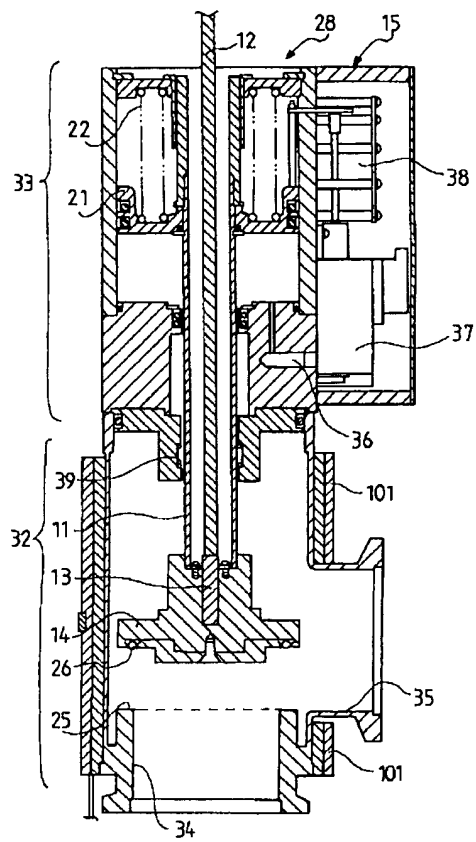
【図9】



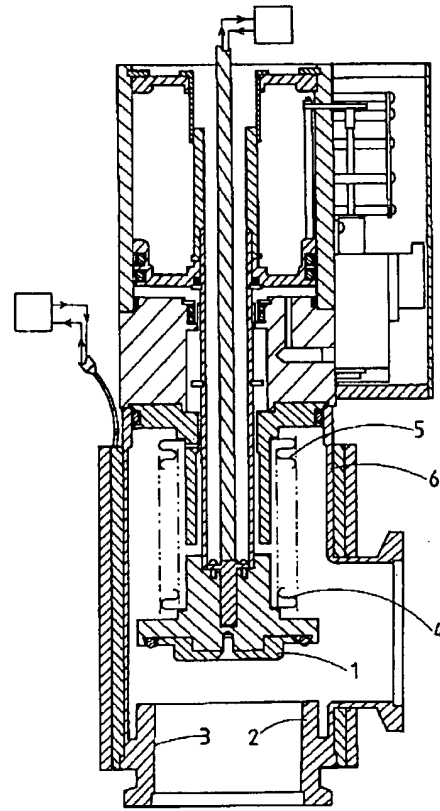
【図10】



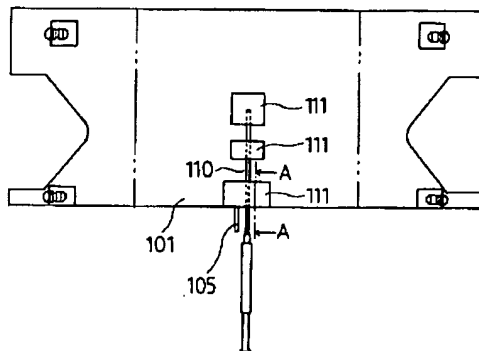
【図5】



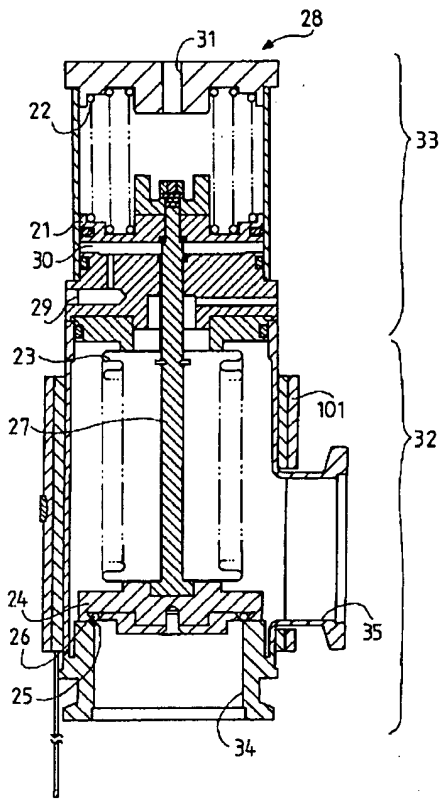
【図6】



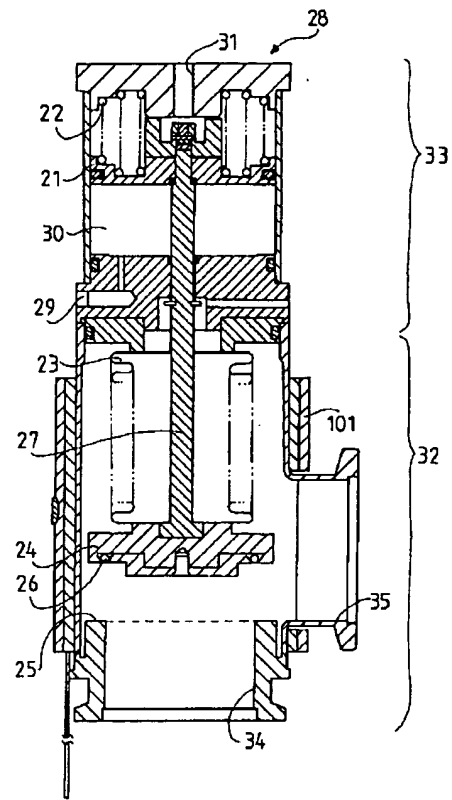
【図14】



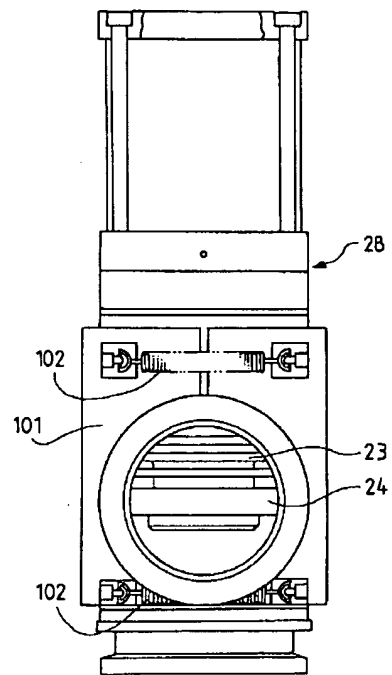
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F16K 49/00

F16K 51/02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.